

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. November 2009 (12.11.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/135485 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01J 45/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2009/000657

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. Mai 2009 (08.05.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 022 874.5 8. Mai 2008 (08.05.2008) DE

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: WOLF, Daniel [DE/DE]; Krumlinden 26,
79244 Münstertal (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) Title: DEVICE FOR CONVERTING THERMAL ENERGY INTO ELECTRIC ENERGY

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR WANDLUNG VON WÄRMEENERGIE IN ELEKTRISCHE ENERGIE

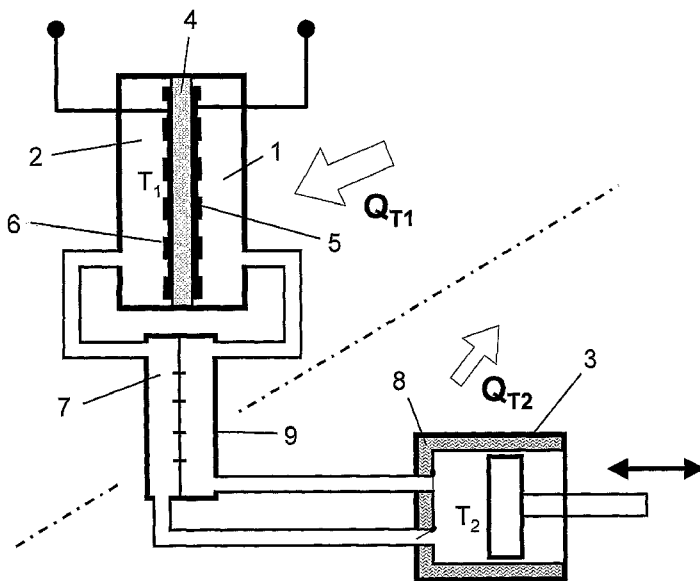


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for converting thermal energy into electric energy. An electrochemical concentration cell is operated at a high temperature while supplying heat. Using a mechanical compressor, hydrogen or oxygen is compressed at a low temperature and subsequently supplied to the concentration cell by way of a heat exchanger. The partial pressure difference present produces a flow of ions, which generates an electrical current that can be tapped at the electrodes. The mechanical compressor is operated with a portion of the electric energy. The benefits of fuel cells and Stirling engines are merged in said new cycle.

(57) Zusammenfassung: Verfahren und Vorrichtung zur Wandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie. Eine elektrochemische Konzentrationszelle wird unter Wärmezufuhr bei hoher Temperatur betrieben. Durch einen mechanischen Verdichter wird Wasserstoff oder Sauerstoff bei geringer Temperatur verdichtet und anschließend über einen Wärmetauscher der Konzentrationszelle zugeführt. Die vorliegende Partialdruckdifferenz führt zu einem Fluss von Ionen, welcher einen elektrischen Strom erzeugt, welcher an den Elektroden abgegriffen werden kann.

Mit einem Teil der elektrischen Energie wird der mechanische Verdichter betrieben. Die Vorteile von Brennstoffzelle und Stirlingmotor werden in diesem neuen Kreisprozess vereint.

WO 2009/135485 A2

Vorrichtung zur Wandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie

Beschreibung

Die Erfindung beschäftigt sich mit der Wandlung von Wärmeenergie in elektrische Energie, insbesondere der Erzeugung von Strom durch Solarenergie durch einen thermoelektrischen Kreisprozess.

Zahlreiche Wege zur Wandlung thermischer Energie in elektrische Energie sind bekannt und werden zum Teil auch erfolgreich angewandt. Häufig werden Dampfkraftwerke verwendet. Durch Wärme wird Dampf erzeugt welcher Turbinen, die an Generatoren gekoppelt sind, antreibt. Auch der Stirlingmotor ist ein seit langem bekannter Weg, Wärme in mechanische Energie und dann in Strom umzuwandeln. Theoretisch bietet dieser auch das Potential den Wirkungsgrad des Carnot- Kreisprozesses zu erreichen. In der Praxis ergeben sich jedoch zahlreiche Einschränkungen. So stellen vor allem beim Stirlingmotor die notwendigerweise hohen Temperaturen, welchen die beweglichen Teile ausgesetzt sind ein Problem dar. Außerdem wird der ideale Prozess beim Stirlingmotor bauartbedingt, unter anderem durch die Kreisbewegung und die schnelle Taktrate, welche nur einen unvollständigen Wärmeübergang ins Arbeitsgas ermöglicht, bei weitem nicht erreicht. Zur Gewinnung von elektrischer Energie werden seit einiger Zeit vermehrt Brennstoffzellen eingesetzt. Diese benötigen keine Wärme sondern wandeln chemische Energieträger, relativ effizient und auf direktem Wege in einer elektrochemischen Zelle zu Strom. Leider eignen sich herkömmliche Brennstoffzellensysteme nicht zur Wandlung von Wärme in Strom. Sie benötigen einen chemischen Energielieferanten, zum Beispiel Wasserstoff um einen Transport von Ladungsträgern in einem Elektrolyten durch Reduktion und Oxidation zu unterhalten. So sind diese Systeme nicht zur direkten Gewinnung von elektrischer Energie aus Sonnenstrahlung geeignet. Weiterhin sind viele Bauarten von Brennstoffzellen im Betrieb auf eine spezielle und relativ reine Zufuhr des Brennstoffes als Gas angewiesen. Um in Brennstoffzellen weitere Energieträger, beispielweise Biogas oder gar Kohle, nutzen zu können, sind energieaufwendige Verfahrens- und Reformierschritte notwendig. Als direkte Möglichkeit eine beliebige Wärmequelle zur Gewinnung von elektrischer Energie wurde die Nutzung eines Druckgradienten welcher eine elektrochemische Zelle antreibt, in Verbindung mit einem Kreisprozess, vorgeschlagen. So wird im Alkali-Metall-Thermoelektrischen-Konverter Natrium oder Kalium durch Wärmezufuhr in Dampfform überführt und ein Druck aufgebaut, welcher zu einem Fluss von Ionen über einem Festelektrolyten hin zum Kompartiment mit niederem Druck, wo eine Kondensation erfolgt, führt. Durch Oxidation und Reduktion an den zwei Elektroden des Keramikelektrolyten wird ein Strom erzeugt. Dieser Typ von Thermoelektrischem Konverter hat unter anderem die Nachteile, dass die Metalle relativ korrosiv sind. Auch muss der Konverter, bedingt durch den hohen Siedpunkt der Metalle, bei hohen Temperaturen betrieben werden, was auch ein hohes unteres Temperaturniveau mit einschließt, und somit zu einem relativ geringen Wirkungsgrad im Sinne des Carnot-Prozesses führt. Weiterhin stellt die begrenzte Leitfähigkeit der Ionenleiter in diesem Fall ein Problem dar. Eine weitere Entwicklung auf diesem Gebiet ist das Patent von Robert, E. (US 4.677.038, 1987) in dem zwei elektrochemische Zellen in einem Kreisprozess verbunden sind. Eine Zelle erzeugt durch Zufuhr von Strom durch Transport eines Gases über einen Elektrolyten in ionisierter Form, verbunden mit Reduktion und Oxidation, einen Druckgradienten. Eine zweite Zelle wird bei einer hohen Temperatur betrieben und nutzt den aufgebauten Gradienten zur Erzeugung von Strom. Dabei wird durch die höhere Temperatur der zweiten Zelle eine größere Spannung und somit größere Menge an elektrischer Arbeit freigesetzt, als zum Aufbau des Druckgradienten in der ersten Zelle idealerweise erforderlich ist. Eine sinnvolle Fortführung dieser Idee stellt das Patent von Johnson, L (WO 02/11220) dar, wobei zwischen den beiden elektrochemischen Zellen beim Transport des Gases zusätzlich ein Wärmetausch erfolgt, was eine Annäherung des

Wirkungsgrades an den theoretischen Ericsson-Prozess ermöglicht. Trotz der Vorzüge dieser letztgenannten Erfindung bestehen einige Nachteile. Die elektrochemische Zelle zum Aufbau des Druckgradienten wird bei niedrigen Temperaturen betrieben. In diesem Bereich sind effiziente Zellen meist nur durch Einsatz von besonderen und aufwendigen Elektroden und Membranmaterialien möglich.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist eine Vorrichtung, welche durch möglichst einfache Mittel eine effiziente Erzeugung von elektrischem Strom aus Wärme ermöglicht. Insbesondere die Erzeugung elektrischer Energie aus Sonnenstrahlung mit einem hohen Wirkungsgrad ist das Ziel der Erfindung.

Erreicht wird dies durch ein geschlossenes System, in welchem durch einen mechanischen Verdichter in einem Raum ein erhöhter Partialdruck von Wasserstoff oder Sauerstoff erzeugt wird, wobei gleichzeitig ein Raum mit verringertem Druck vorliegt. Die mechanische Verdichtung erfolgt unter Abfuhr von Wärme durch Flüssigkeits- oder Gaskühlung bei einer niedrigen Temperatur. Bei einer hohen Temperatur wird unter Zufuhr von Wärme eine Konzentrationszelle bestehend aus einem Feststoffionenleiter betrieben. Dabei bildet der Elektrolyt eine Grenze zwischen dem Raum mit hohem und dem Raum mit niedrigerem Partialdruck. Am Elektrolyten sind jeweils an den Oberflächen, welche den beiden Räumen zugewandt sind, Elektroden angebracht. Diese elektrochemische Konzentrationszelle erzeugt, unter Zufuhr von Wärme bei einem hohen Temperaturniveau, durch einen von der Partialdruckdifferenz hervorgerufenen Ionenfluss, elektrische Energie. Die Wärme des im Raum geringen Druckes von der Zelle abgeführten Wasserstoffes oder Sauerstoffes wird zur Erwärmung des verdichteten Wasserstoffes oder Sauerstoffes, welcher im Raum hohen Druckes der Zelle zugeführt wird, verwendet.

Die mit der Erfindung erreichten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass im Vergleich zur reinen mechanischen Wärmekraftmaschine keine bewegten Teile hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Weiterhin läuft der Prozess bei hohen Temperaturen kontinuierlich ab. Da im Gegensatz zum sogenannten Amtec Konverter Wasserstoff oder Sauerstoff an Stelle von Alkalimetallen verwendet wird, ergeben sich im Hinblick auf Elektrolyteigenschaften, Thermodynamik, Phasenwechsel, Korrosion und Lebensdauer der Elektroden Vorteile. Weiterhin stellt die Nutzung von einfachen, verfügbaren, aber dennoch effizienten elektromechanischen Bauteilen zur Verdichtung, ein Potential zur Reduktion von Kosten gegenüber dem Aufbau einer Partialdruckdifferenz durch Elektrolysezellen dar. Auch kann beim Einsatz effektiver Elektromaschinen und einer intensiven annähernd isothermalen Kühlung bei der Verdichtung eine sehr gute Gesamteffizienz erreicht werden und welche selbst im Vergleich zu teuren Polymerelektrolyt-Zellen bessere Werte erwarten lässt. Die Erfindung bildet so eine Zusammenführung des bewährten einfachen mechanischen Prinzips des Stirling-Motors, mit den Vorzügen der direkten, von Brennstoffzellen bekannten, elektrochemischen Energiewandlung, welche keine bewegten Teile bei hoher Temperatur benötigt.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und mit Bezug auf die beiden Zeichnungen veranschaulicht, in denen

Fig. 1 zeigt den schematischen Aufbau der Vorrichtung ~~zeigt~~

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung, wobei Solare Wärme zur Stromgewinnung genutzt wird, zeigt

Fig 3 den der Vorrichtung entsprechenden theoretischen Ericsson- Kreisprozess gezeigt wird

Wie aus den Zeichnungen ersichtlich ist, umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Wandlung von Wärme in elektrische Energie einen Festelektrolyten, welcher zwei Räume 1, 2 in einem geschlossenen System gasdicht abtrennt. Dabei wird innerhalb des Systems durch einen mechanischen Verdichter 3 eine Druckdifferenz zwischen den beiden Räumen erzeugt. An dem Elektrolyten 4 sind Elektroden 5, 6 angebracht. An den Elektroden erfolgt eine Reduktion und Oxidation. Das Arbeitsgas 7, welches Wasserstoff oder Sauerstoff ist, oder Anteile von Wasserstoff und Sauerstoff enthält, wird ionisiert und kann bei hoher Temperatur durch den Elektrolyten 4 hindurchtreten. Die Triebkraft dieses Prozesses bildet die Partialdruckdifferenz auf den beiden Seiten. Der Verdichter 3 wird durch Kühlung 8 bei einer Temperatur T_2 betrieben, die unterhalb der Betriebstemperatur T_1 der elektrochemischen Konzentrationszelle liegt. Der Vorgang in der Elektrochemischen Zelle erfolgt unter Zufuhr von Wärmeenergie Q_{T_1} . Dieser Schritt im Kreisprozess entspricht der isothermalen Expansion in einem Stirling- oder genauer Ericssonmotor. Die Wärme des Gases 2, welches in heißem und entspanntem Zustand die elektrochemische Zelle verlässt, wird in einem Wärmetauscher 9 auf das komprimierte Gas 1, welches der Zelle zugeführt wird übertragen. Dieser Vorgang entspricht der internen isobaren Erwärmung und isobaren Abkühlung im Ericsson Prozess.

Die Leerlaufspannung der Zelle ist durch die Gleichung nach Nernst beschrieben:

$$\text{Leerlaufspannung} = R \cdot T_1 / z \cdot F \ln(p_1/p_2)$$

Die für die isothermale Verdichtung notwendige Arbeit wird durch folgende Gleichung beschrieben:

$$\text{Verdichtungsarbeit (Wärmeabfuhr)} = n \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln V_1/V_2$$

Der maximale Wirkungsgrad der Vorrichtung wird durch den Carnot-Prozess vorgegeben.

$$\text{Wirkungsgrad} = 1 - T_2 / T_1$$

Die mechanische Arbeit des Verdichters unter isothermalen Bedingungen, bei der unteren Temperatur, entspricht der durch die Kühlung abzuführenden Wärmemenge. Eine Erhöhung der Druckdifferenz führt zu einer höheren Zellspannung. Die Stromstärke korreliert mit der Menge des zu verdichtenden und durch den Elektrolyten zirkulierenden Gases. Je größer die Temperaturdifferenz der Betriebstemperaturen von elektrochemische Zelle und Verdichter ist, desto größer ist der maximale Wirkungsgrad. Der elektrochemischen Zelle muss bei Betrieb kontinuierlich Wärmeenergie zugeführt werden. Der Durchtritt der Ionen im Elektrolyten von der Seite mit hohem Druck auf die Seite mit niedrigem Partialdruck entspricht der isothermalen Expansion des Gases im Stirling Motor. In beiden Fällen wird Energie in Form von Wärme zugeführt.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden in den Ansprüchen 2- 10 angegeben. Um eine hohe Effizienz zur Erreichen ist ein innerer Austausch von Wärme in der Vorrichtung notwendig. Ein Wärmetauscher nach dem Gegenstrom Prinzip überträgt die Wärme des Wasserstoffes oder Sauerstoffes, welcher abströmt auf den unter Druck zur elektrochemischen Zelle zuströmenden Gasstrom. Dies ermöglicht eine gute Annäherung an den theoretischen Carnot-Prozess. Die weitere Ausführung der Erfindung nach Anspruch 3, wobei der

Verdichter als ein von einer E-Maschine angetriebener Hubkolbenverdichter ausgeführt ist, ermöglicht einen effizienten Aufbau der Verdichterstufe mit bewährten Mitteln.

Um einen hohe Effizienz durch eine möglichst isothermale Verdichtung zu erreichen, bedient sich eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung in einer effizienten Kühlung, die durch direktes Einbringen des Kühlmittel in das zu verdichtende Wasser- oder Sauerstoffgas bewerkstelligt wird. Zum Beispiel kann Wasser mit einer Temperatur von 30°C in den Zylinderraum des Verdichters eingedüst werden. In Anspruch 3 wird eine sehr vorteilhafte Weiterbildung genannt, wobei der Verdichtungsprozess sehr langsam vorgenommen wird. Durch eine Arbeitsfrequenz, die unter 6 Hz liegt wird eine möglichst effektive und reversible Wärmeabfuhr und somit Kompression erreicht. Dies beeinflusst den Gesamtwirkungsgrad positiv. Denkbar ist darüber hinaus, dass mehrere Verdichterstufen verwendet werden. Die Nutzung von Wasserstoff als Arbeitsgas in Verbindung mit einem Protonenleiter als Elektolytmembran wird in Anspruch 6 genannt. Vorteile des Wasserstoffs sind unter anderem die reduzierende Wirkung und die hohe Wärmeleitfähigkeit. In der Wissenschaftlichen Literatur wurden bisher insbesondere Protonenleiter vom Perovskit Typ diskutiert. Im Falle von Sauerstoff als Arbeitsgas bietet sich die Nutzung von durch Yttrium stabilisiertem Zirkoniumdioxid an, welches eine hohe Ionenleitfähigkeit besitzt.

Als weitere Ausgestaltung ist in Anspruch 7 die Nutzung einer in der Geschwindigkeit variablen elektronischen Ansteuerung des Elektromotors des Verdichters angeführt. Wobei die Elektronik idealerweise auch die Möglichkeit hat, die kinetische Energie des Kolbens bei dessen Bremsung in Kondensatoren zwischenzuspeichern und wiederum zur Beschleunigung zu verwenden.

Der Antrieb des Verdichters durch einen Linearmotor hat den Vorteil, dass kein Getriebe notwendig ist. Idealerweise wird ein Linearmotor in Synchronbauweise eingesetzt.

Als vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung wird in Anspruch 10. die Erzeugung eines Wasserdampfdruckes im System durch das Kühlwasser genannt. Zahlreiche protonenleitfähige Materialien, wie Yttrium dotiertes Bariumzirkonat welchem gegebenenfalls kleine Anteile von Ceriumoxid beigelegt sind und als geeignet betrachtet werden, benötigen zum Erlangen einer Leitfähigkeit in der Regel einen gewissen Wasserdampfdruck in der Umgebung. Das Kühlwasser mit einer entsprechenden Temperatur stellt diesen Dampfdruck bereit.

Es folgt nun eine Erläuterung der Erfindung anhand einer beispielhaften Ausführung welche durch Fig. 2 verdeutlicht wird.

Durch nachführbare Spiegel 10 wird Sonnenstrahlung auf einen Keramischen Empfänger 11 gebündelt, der zur optimalen Absorption einer Kavität nachempfunden ist. In der Keramikstruktur sind zwei separate Hohlsysteme 12, 13 mit großer Oberfläche eingebracht. Die Trennwände dazwischen bestehen komplett oder zum Teil aus einem Ionenleiter 14, beispielsweise aus mit Yttrium dotiertem Bariumzirkonat, welches dicht gesintert ist und keine Gasdurchlässigkeit besitzt. Auf der Oberfläche sind Elektroden 15 aus Keramik, Metall oder einer Mischung derselbigen aufgebracht, etwa ein Nickel-Cermet. Über einem metallischen oder Keramischen Leiter 16 stehen die jeweiligen Elektroden in Verbindung und der Strom wird so gesammelt und abgeführt. Die verwendeten Materialien weisen idealerweise einen gleichartigen Thermischen Expansionskoeffizient sowie hohe Thermische Leitfähigkeit auf, um Schäden durch Temperaturschwankungen zu vermeiden. In einem mechanischen Verdichter 17, welcher durch einen Synchronen Linearmotor 18 angesteuert wird, wird das Arbeitsgas Wasserstoff von 0,5 bar auf 30 bar verdichtet. Die Arbeitsfrequenz ist dabei etwa ein Hub pro Sekunde, was einen Ideale Wärmeabfuhr durch das Kühlwasser 19, welches in den Kolbenraum mit einer Temperatur von 30°C eingesprüht wird, möglich macht. Das Kühlwasser wird dann mit etwa 40° entnommen und zu einem

Kühlturm oder ähnlichem zirkuliert. Das Kühlwasser sorgt auch für einen entsprechenden Dampfdruck im System, welcher die Protonenleitfähigkeit des Elektrolyten unterhält. Druckspeicher 19, 20 bei Umgebungstemperatur sind dem Verdichter 17 vor- und nachgeschaltet und übernehmen eine Windkesselfunktion. Das verdichtete Wasserstoffgas 18 wird durch einen Gegenstromwärmetauscher 19, durch das aus der Zelle mit etwa 1000° C abströmende Gas 20 auf ebenfalls annähernd 1000° erhitzt, dabei kühlt sich der unter geringem Druck stehende Wasserstoff ab. Die Zelle wird möglichst konstant bei einer Temperatur von 1000°C betrieben. Die Druckdifferenz führt zu einem Fluss von ionisierten Gasteilchen über die Elektrolytmembran 14 und somit zu einer Spannung die über die Elektroden 15 und Stromsammeler 16 abgeführt und genutzt werden kann. Ein Teil der Energie wird für den Betrieb des Verdichters benötigt. Die für die Verdichtung benötigte Energie ist jedoch erheblich geringer als die Energie die durch den, der isothermalen Expansion entsprechenden, Ionenstrom bei hoher Temperatur frei wird. Der Verdichter wird über eine computergesteuerte Leistungselektronik 21 angesteuert. Diese hat auch die Aufgabe die Bewegungsenergie des Kolbens durch elektromagnetisches Bremsen und dem Laden von Kondensatoren zwischenzuspeichern und zur erneuten Beschleunigung des Kolben zu verwenden. Um Kosten zu sparen kann der Verdichterkolben alternativ auch über eine Kurbelwelle mit Schwungrad und einem gewöhnlichen Elektromotor mit Unterersetzung angetrieben werden.

Die Erfindung kann ebenso genutzt werden um mit Parabolspiegel gebündelte Solare Energie in Strom umzuwandeln. In Großkraftwerken bietet sich eine Zentrale Verdichtung und Kühlung des Arbeitsgases an. Dieses kann dann an zahlreiche einzelne Parabolspiegel, die im Brennpunkt mit keramischen Konzentrationszellen bestückt sind zur Gewinnung von Strom weitergeleitet werden. Auch die Nutzung der Erfindung in Parabolrinnenkraftwerken ist möglich. Wobei in diesem Fall idealerweise eine länglich geformte Zelle im Brennpunkt verwendet wird. Wegen des kleineren Konzentrationsverhältnisses bietet sich in diesem Fall der Betrieb bei etwas geringeren Temperaturen an. Über die Solare Nutzung hinaus, ermöglicht die vorliegende Erfindung auch die effiziente Nutzung von Verbrennungswärme jeglicher Art.

Vorrichtung zur Erzeugung elektrischer Energie aus Wärmeenergie

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung elektrische Energie aus Wärme bestehend aus einem geschlossenen System in welchem zwei Räume mit unterschiedlichem Partialdruck von Wasserstoff oder Sauerstoff vorliegen, wobei diese Druckdifferenz durch mechanische Verdichtung unter Abfuhr von Wärme durch Flüssigkeits- oder Gaskühlung bei einem niedrigen Temperaturniveau erhalten wird, einer Konzentrationszelle bestehend aus einem Feststoffionenleiter, welcher eine Grenze zwischen den Räumen bildet und wobei an dessen jeweils den Räumen zugewandten Oberflächen Elektroden angebracht sind, wobei diese Konzentrationszelle unter Zufuhr von Wärme bei einem hohen Temperaturniveau durch den Fluss von Ionen elektrische Energie erzeugt, wobei Wärme vom Wasserstoff oder Sauerstoff welcher im Raum mit niedrigem Partialdruck aus der Konzentrationszelle entweicht und zur mechanischen Verdichtung geführt wird, auf den Gasstrom, welcher im Raum hohen Partialdruckes der Konzentrationszelle zugeführt wird, übertragen wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 gekennzeichnet dadurch, dass die Wärmeübertragung vom Wasserstoff oder Sauerstoff, welcher von der Zelle mit niedrigem Druck abströmt, auf den zufließenden verdichteten Gasstrom in einem Wärmetauscher nach dem Gegenstromprinzip erfolgt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 gekennzeichnet dadurch, dass der Verdichter ein Kolbenverdichter ist und durch einen Elektromotor angetrieben wird.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 gekennzeichnet dadurch, dass in den Verdichter ein flüssiges Kühlmittel eingebracht wird, welches in direktem Kontakt zum Wasserstoff oder Sauerstoff steht.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 gekennzeichnet dadurch, dass der Kolbenverdichter eine Arbeitsfrequenz kleiner als 6 sec^{-1} hat

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 gekennzeichnet dadurch, dass der Feststoffionenleiter ein Protonenleiter ist und Wasserstoff als Gas eingesetzt wird.
7. Vorrichtung nach Anspruch 2 gekennzeichnet dadurch, dass der Elektromotor ein Synchronmotor ist, welcher durch eine programmierbare elektronische Steuerung angesteuert wird, wobei eine Speicherung der kinetischen Energie des Kolbens in einem Energiespeicher möglich ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 2 gekennzeichnet dadurch, dass der Elektromotor ein Synchroner Linearmotor ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 1 gekennzeichnet dadurch, dass der Elektrolyt zu mehr als 90% aus 2 – 25 % Yttrium dotiertem Bariumzirkonat oder aus stabilisiertem Zirkoniumoxid besteht.
10. Vorrichtung nach Anspruch 7 gekennzeichnet dadurch, dass innerhalb des Systems durch in den Verdichter eingebrachtes Kühlwassers ein Wasserdampfdruck im Bereich von 0,01 bar bis 0,5 bar vorliegt.

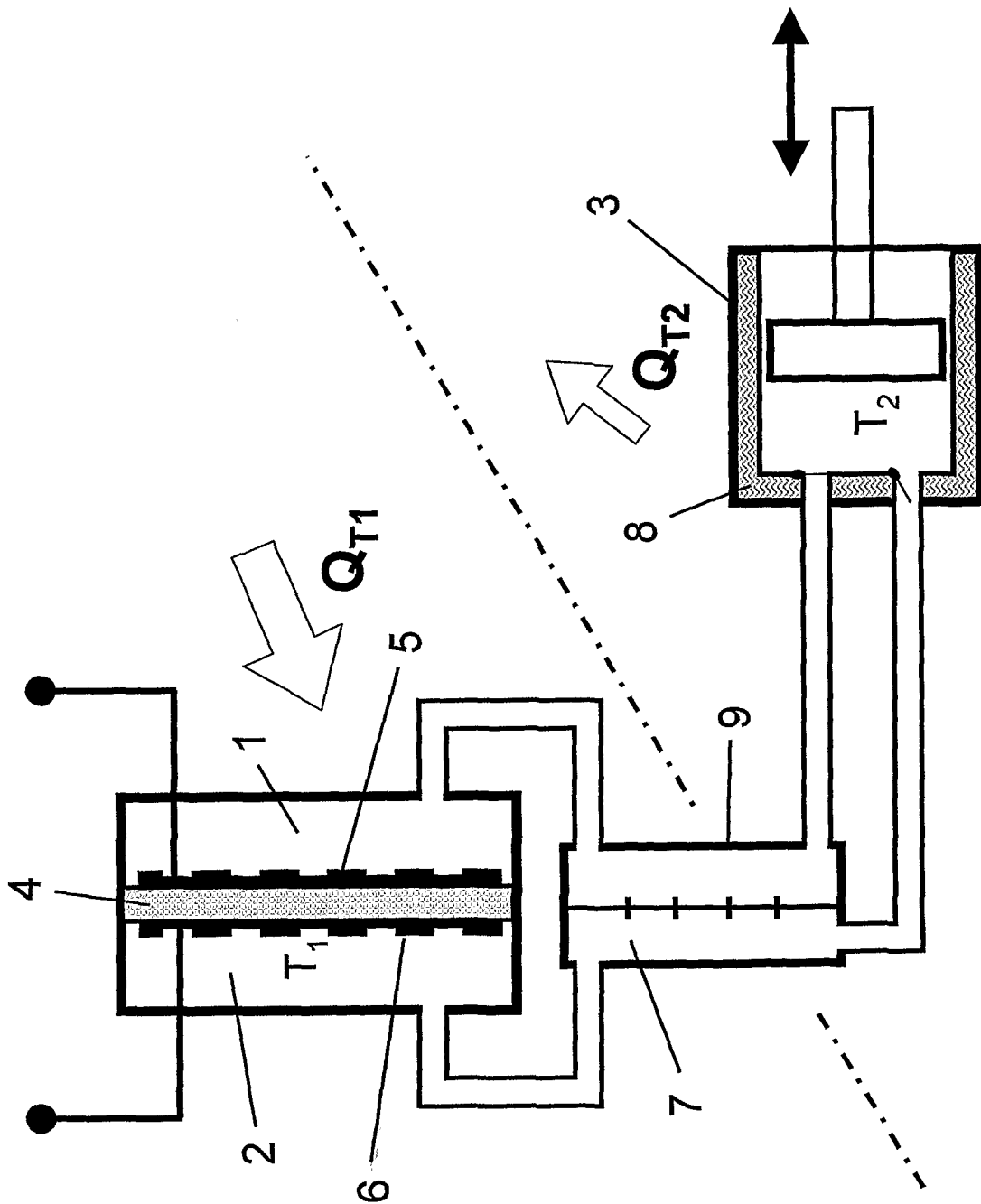


Fig. 1

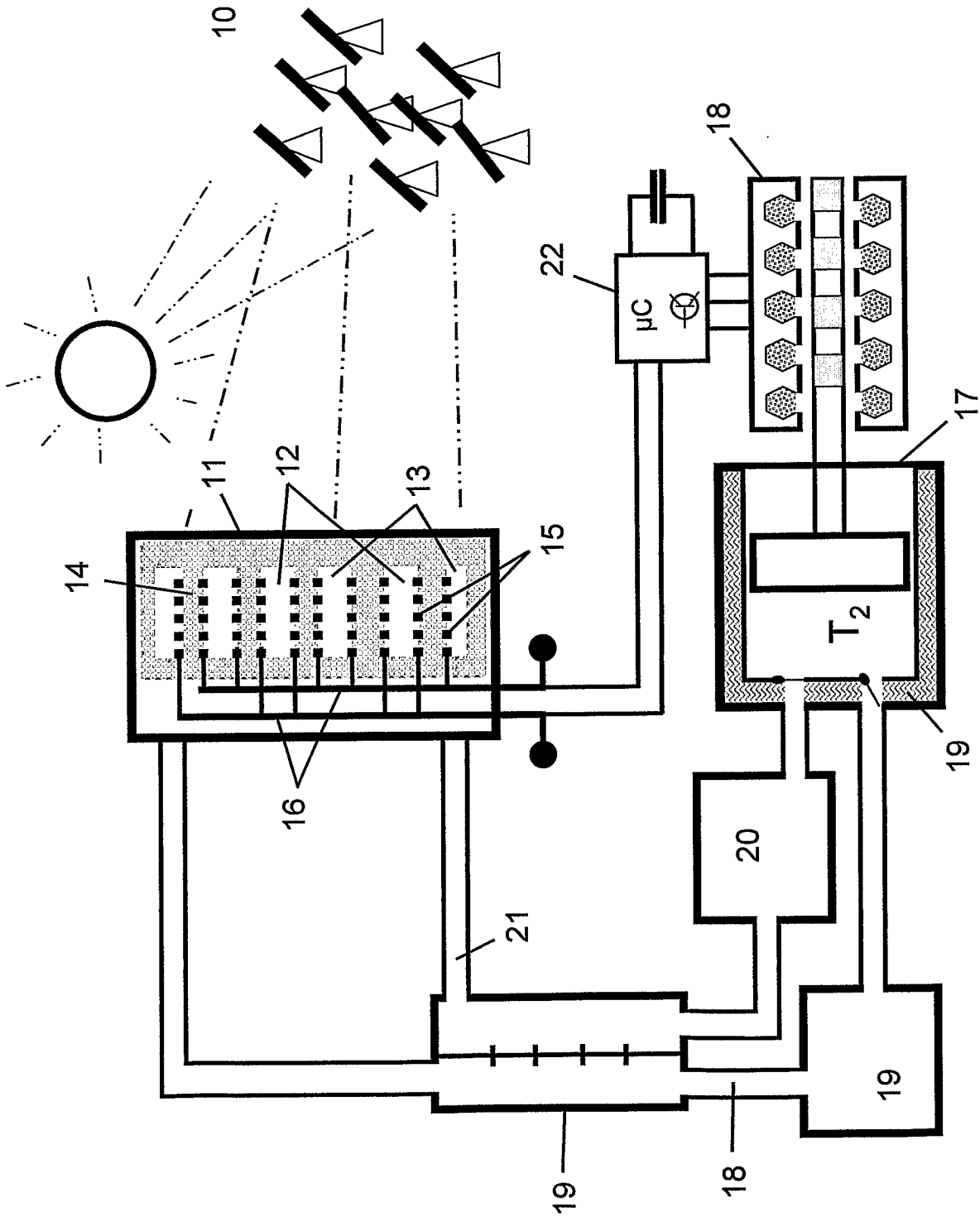


Fig. 2

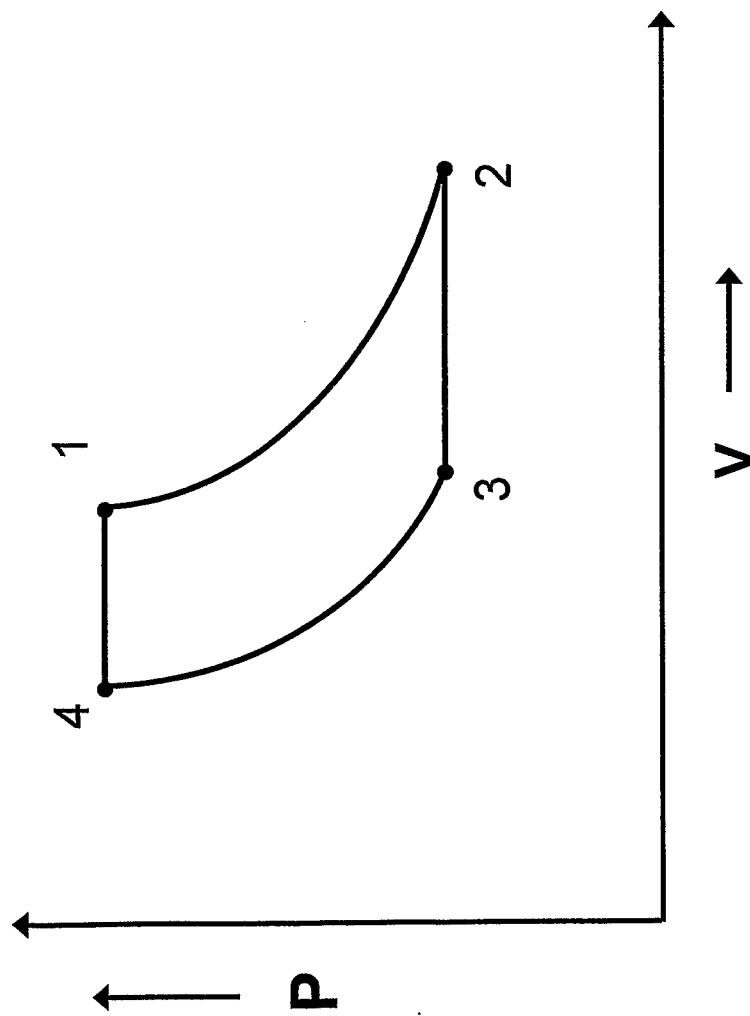


Fig. 3